

DaimlerChrysler AG

Verfahren und Anordnung zum Reinigen der einer Brennstoffzelle für den Betrieb zuzuführenden Gase von Bestandteilen, die für den Brennstoffzellenbetrieb ungünstig sind

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zum Reinigen der einer Brennstoffzelle für den Betrieb zuzuführenden Gase von Bestandteilen, die für den Brennstoffzellenbetrieb ungünstig sind.

Brennstoffzellen werden aufgrund ihres hohen Wirkungsgrads und des geringen oder nicht vorhandenen Schadstoffausstoßes auch bei Elektrofahrzeugen eingesetzt. Bekannt ist z. B. ein Elektrofahrzeug, das einen Fahrmotor, eine Brennstoffzelle und einen Brennstofftank, einen Wasserspeicher, einen Verdampfer und einen Reformer aufweist. Der Brennstofftank enthält Methanol, das mit Wasser aus dem Wasserspeicher im Verdampfer in den gasförmigen Zustand überführt und danach zum Reformer geleitet wird, in dem unter Zufuhr von Wärme mittels eines katalytischen Brenners im wesentlichen Wasserstoff, Kohlendioxid und Kohlenmonoxid gebildet wird. Das Kohlenmonoxid kann mit einem Oxidator oxidiert werden. Das wasserstoffhaltige Brenngas aus dem Reformer wird mittels eines Kompressors der Brennstoffzelle zugeführt, die aus einem Brennstoffzellen-Stack besteht, in dem eine Vielzahl einzelner Brennstoffzellen-Module integriert sind. Mit einem weiteren Kompressor wird der Brennstoffzelle befeuchtete Luft zugeführt. In der Brennstoffzelle wird aus dem Wasserstoff und dem Sauerstoff der Luft elektrische Energie für den Elektrofahrmotor erzeugt (DE 44 12 450 A1).

Bei Elektrofahrzeugen werden auch Membran-Brennstoffzellen verwendet, die jeweils eine protonenleitende Ionen-Austauschmembran aus einem Polymer-Material, z. B. Fluorharz, mit sehr guter elektrischer Leitfähigkeit in feuchtem Zustand aufweisen. Die Membranoberfläche ist mit einem Katalysator bedeckt. Auf einer Seite ist die Elektrolyt-Membran mit einer gasdurchlässigen Anode und auf der anderen Seite mit einer gasdurchlässigen Kathode verbunden. An die Anode grenzt eine gerippte gasundurchlässige Platte an, deren Hohlräume zwischen den Rippen zur Zufuhr des oxidierenden Gases, z. B. von Luft mit Sauerstoffgehalt, dienen. An die Kathode grenzt ebenfalls eine gasundurchlässige, gerippte Platte an, deren Hohlräume zwischen den Rippen für die Zufuhr des gasförmigen Brennstoffs, z. B. des wasserstoffhaltigen Gases, dienen. Die Elektrolyt-Membran wird im Betrieb der Brennstoffzelle vom Reaktionswasser und der Feuchte in den zugeführten Gasen befeuchtet.

Eine Brennstoffzelle in einem Brennstoffzellensystem benötigt für ihren Betrieb hinreichend gereinigte Gase und/oder Gasgemische sowohl auf Seiten des Brenngases als auch auf Seiten des oxidierenden Gases, wenn das ursprüngliche Gas Bestandteile enthält, die sich ungünstig auf die Arbeitsweise der Brennstoffzelle auswirken. Unter Brennstoffzelle ist hierbei sowohl ein einzelnes Brennstoffzellen-Modul mit dem oben beschriebenen Aufbau als auch ein Stapel solcher Brennstoffzellen-Module zu verstehen, die parallel und/oder in Serie geschaltet sein können. Wenn als oxidierendes Gas Luft verwendet wird, die aus der Atmosphäre angesaugt wird, ist im allgemeinen eine Reinigung erforderlich. Bei der Verwendung von Wasserstoff, der einem Speiche entnommen wird, oder aus einem flüssigen Kraftstoff erzeugt wird, sind vielfach keine

störenden Bestandteile im Gas enthalten, so daß sich eine Reinigung erübrigt.

Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, ein Verfahren und eine Anordnung zur Beseitigung von verunreinigenden Substanzen aus den Gasen für den Betrieb einer Brennstoffzelle vor der Einspeisung der Gase in die Brennstoffzelle anzugeben.

Die Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs beschriebenen Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß das oder die Gase über ein Filtersystem geleitet werden, das sowohl zur Abscheidung von Partikeln als auch von sich schädigend auf den Betrieb der Brennstoffzellen auswirkenden gas- und dampfförmigen Bestandteilen ausgebildet ist, und daß das oder die Gase nach dem Verlassen des Filtersystems der Brennstoffzelle zugeleitet werden. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren werden nicht nur Partikel wie Staub und Ruß sondern auch weitere Bestandteile des jeweiligen Gases wie Schadgase, Aerosole, organische Stoffe, wie Algen, Sporen, Bakterien und Viren, aus dem oder den Gasen entfernt, die im folgenden auch Reaktionsgase bezeichnet werden, obwohl sie aus einem Gemisch von Gasen bestehen können, von denen nicht alle in der Brennstoffzelle zur Erzeugung elektrischer Leistung reagieren bzw. beitragen. Durch die Reinigung des Gases bzw. der Gase läßt sich eine Verlängerung der Betriebs- bzw. Lebensdauer der Brennstoffzelle erreichen.

Insbesondere werden das oder die Gase über ein regenerierfähiges Filtersystem geleitet, das auf Kriterien für das Nachlassen der Filterwirkung und die Durchführung der Regeneration überwacht wird, bei deren Erreichen eine Meldung erzeugt wird. Die Regenerierung wird durchgeführt, wenn die

Brennstoffzelle stillsteht. Auf diese Weise läßt sich vermeiden, daß bei der Regeneration spontane Schadstoffausscheidungen die Brennstoffzelle schädigen.

Bei einer Anordnung der eingangs beschriebenen Art wird die Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß an einer Stelle im Gasführungs kanal für die Zuleitung des zu reinigenden Gases zur Brennstoffzelle ein Filtersystem angeordnet ist, das sowohl Partikel als auch gas- oder dampfförmige Bestandteile, die sich schädigend auf den Betrieb der Brennstoffzelle auswirken, abscheidet. Durch die Reinigung des jeweiligen Reaktionsgases mit dem Filtersystem wird verhindert, daß sich Verunreinigungen in den Zuleitungs kanälen, in Fördermitteln und in der Brennstoffzelle selbst ablagern, die die Funktion der Brennstoffzelle allmählich beeinträchtigen, oder daß Schadgase unerwünschte Reaktionen in der Brennstoffzelle bewirken.

Bei einer zweckmäßigen Ausführungsform weist das Filtersystem ein erstes Filter für Partikel auf, dem ein zweites Filter mit einer Substanz zur Aufnahme und Bindung gas- oder dampfförmiger Schadstoffe nachgeschaltet ist. Als erstes Filter können Trockenfilter aus Kunststoff, Glasfaser, Papier mit hohem Entstaubungsgrad verwendet werden und z. B. eine labyrinthartige Struktur haben. Das zweite Filter enthält insbesondere poröse Stoffe zur Aufnahme und physikalischen oder chemischen Bindung von Gasen oder Dämpfen an der Oberfläche. Solche Stoffe sind z. B. Aktivkohle oder Kieselgur.

Bei einer anderen günstigen Ausführungsform besteht das Filtersystem aus einer Einheit, in der ein Trockenfilter für Partikel und eine Substanz zur Aufnahme und Bindung von Gasen oder Dämpfen an ihrer Oberfläche gemeinsam angeordnet sind. Das Filtersystem kombiniert daher die Funktionen Partikelab-

scheidung und Schadgasabscheidung. Zeckmäßigerweise enthält das Partikelfilter eine Substanz zur Bindung und/oder Abscheidung von Gasen, die auf einem Material zur Partikelabscheidung angeordnet oder selbsthaltend oder geschüttet ist.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist das Filtersystem regenerierungsfähig ausgebildet, wobei die Regenerierung von einem Betätigungselement auslösbar ist. Damit läßt sich vermeiden, daß die Regenerierung spontan, z. B. während des Betriebs der Brennstoffzelle ausgelöst wird, was zu erhöhtem Schadstoffausstoß und damit zu einer Schädigung der Brennstoffzelle führen kann. Die Regenerierung des ersten Filters kann z. B. mit Druckluft erfolgen, während die Regenerierung des zweiten Filters durch die Erhöhung der Temperatur bewirkt werden kann, da die Adsorption bei höherer Temperatur kleiner ist als bei niedrigerer Temperatur.

Es ist vorteilhaft, wenn das Filtersystem im Gasführungs kanal für das oxidierende Gas vor dem Gaseinlaß eines Verdichters angeordnet ist. Der Gasführungs kanal kann innerhalb oder außerhalb des Brennstoffzellensystems angeordnet sein, zu dem die Brennstoffzelle gehört.

Zur Feststellung der Notwendigkeit der Regeneration oder Filterwartung bezüglich der Partikelabscheidung wird insbesondere die Druckdifferenz zwischen dem Druck vor und hinter dem Filtersystem mit einem vorgebbaren Grenzwert verglichen, bei dessen Überschreitung eine Meldung erzeugt wird.

In Bezug auf die Schadstoffadsorption ist die Feststellung der Notwendigkeit der Regenerierung oder Filterwartung mit einem oder mehreren Gas- oder Schadstoffsensoren hinter dem Filtersystem möglich, die auf die Messung der abzuscheidenden Schadstoffe eingestellt sind und deren Meßwerte mit je einem

Grenzwert verglichen werden, bei dessen Überschreitung eine Meldung erzeugt wird.

Die Erfindung wird im folgenden an Hand eines in einer Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher beschrieben, aus dem sich weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile ergeben.

Dabei zeigen:

Fig. 1 ein Brennstoffzellensystem mit einem Filtersystem zum Entfernen von verunreinigenden Bestandteilen, die in den einer Brennstoffzelle zuzuführenden Gasen enthalten sind, schematisch und teilweise im Schnitt,

Fig. 2 ein andere Ausführungsform eines Filtersystems für das Brennstoffzellensystem gemäß Fig. 1.

Ein Brennstoffzellensystem 1, das in an sich bekannter Weise eine Brennstoffzelle 2, z. B. der Type mit einer Elektrolyt-Membran, und weitere in der Zeichnung nicht dargestellt Bauelemente wie einen Brennstofftank, einen Wasserspeicher, einen Verdampfer, einen Reformer und eine Steuereinheit enthält, weist auch wenigstens eine Vorrichtung 3 zum Ansaugen und Verdichten eines Gases auf. Bei diesem Gas handelt es sich z. B. um Luft, dessen Sauerstoff das oxidierende Gas ist, das in der Brennstoffzelle 2 mit dem gasförmigen Brennstoff zur Erzeugung elektrischer Energie reagiert. Der gasförmige Brennstoff ist z. B. Wasserstoff.

Die Vorrichtung 3 enthält einen Kompressor 4 oder Verdichter, der die Luft ansaugt und verdichtet. Die verdichtete Luft ge-

langt über nicht näher bezeichnet Kanäle und evtl. ein Regel- oder Dosierventil zur Brennstoffzelle 2. Als Kompressor 4 wird z. B. ein Kreiselverdichter angesetzt, der von einem nicht dargestellten Elektromotor angetrieben wird. Brennstoffzellensysteme werden wegen des relative hohen Wirkungsgrades und geringen Schadstoffausstoßes auch in mobilen Vorrichtungen wie Kraftfahrzeugen eingesetzt. In diesen sind geringe Bauteilabmessungen und geringe Gewichte von Bedeutung.

Die Vorrichtung 3 enthält weiterhin ein Filtersystem 5, mit dem das vom Verdichter 4 angesaugte Gas gereinigt wird. Das Filtersystem 5 ist ein mehrstufiges Kombinationsfilter mit einem ersten Filter 6, das zum Abscheiden von Partikeln aus dem angesaugten Luftstrom dient, und einem zweiten Filter 7, mit dem bestimmte Gase, Aerosole und Dämpfe aus dem angesaugten Luftstrom abgeschieden werden. Das erste Filter 6 weist mehrere Filtersektionen auf. Eine erste Filtersektion 8, die insbesondere als poröser Ansaugkanal ausgebildet ist, wirkt als Grobfilter zur Abscheidung von Partikeln wie Ruß oder Staub. Eine zweite Filtersektion 9 arbeitet als Feinfilter zur Partikelabscheidung z. B. von organischen Stoffen wie Pollen, Dieselruß in der ansaugten Luft. Wenn eine besonders staub- bzw. partikelfreie Luft erzeugt werden soll, ist eine dritte Filtersektion 10 in Form eines Feinstfilters vorgesehen, mit dem z. B. Bakterien, Viren und Sporen abgeschieden werden. Die Filtersektionen 8, 9, 10 sind z. B. Trockenfilter. Während die Filtersektion 8 aus einem textilen Gewebe bestehen kann, sind die Filtersektionen 9 und 10 aus labyrinthartigen Zellen aufgebaut, die aus Kunststoff, Glasfaser, Papier oder Textilien bestehen. Eine Ausbildung als Vlies ist ebenfalls möglich.

An das erste Filter 6 grenzt unmittelbar das zweite Filter 7 an, dessen Ausgangsöffnung durch einen Gasführungs kanal 11 mit dem Verdichter 4 verbunden ist. Das zweite Filter 7 scheidet Gase ab, die den Betrieb der Brennstoffzelle 2 stören und im folgenden als Schadgase bezeichnet sind. Zum Abscheiden der Schadgase können Adsorbentia wie Aktivkohle und Kieselgur verwendet werden, die Gase und Dämpfe an ihrer Oberfläche aufnehmen und binden. Die vom Verdichter 4 angesaugte Luft verläßt das zweite Filter 7 als Reingas.

Eine andere als die vorstehend beschriebenen Reihenfolge der Filterfunktionen ist ebenfalls möglich. Die Reihenfolge orientiert sich an den zu filternden Substanzen/Partikeln und dem konkreten Aufbau des Filtersystems 5. Neben der Abscheidung bzw. Bindung der Schadgase durch Adsorbentia oder anderen geeigneten Stoffen ist es auch möglich, die Schadgase aus dem Luftversorgungssystem herauszuführen.

Zum Filtern können mechanische Mittel, wie oben in Bezug auf die Partikel angegeben, oder chemische, elektrostatische oder optische Verfahren verwendet werden, die an sich bekannt sind. Ein Kombination dieser Verfahren ist ebenfalls möglich. Bei optische Filterverfahren werden z. B. UV oder IR-Strahlen eingesetzt.

Zweckmäßig ist auch die Kombination eines Elektrofilter mit Ionisierung mit davor und/oder dahinter befindlichen Faserstofffiltern, wodurch das Elektrofilter gleichmäßig beaufschlagt wird und größere Partikel, die im Elektrofilter nicht abgeschieden oder wieder abgerissen werden aus dem Luftstrom entfernt werden.

In Fig. 2 ist ein Filtersystem 12 schematisch im Schnitt dargestellt, das in einer Einheit sowohl die Elemente zur Parti-



kelabscheidung als auch zur physikalischen und/oder chemischen Bindung von Schadgasen, Aerosolen und Dämpfen enthält. Auf einen Trägermaterial 13 in Form eines Labyrinths von Zellen aus Fasern ist eine poröse Substanz zur Bindung bzw. Abscheidung von Gasen angeordnet. Die poröse Substanz ist in Fig. 2 durch nicht näher bezeichnete Punkte auf dem Trägermaterial 13 dargestellt. Die Substanz kann selbsthaltend oder auch geschüttet sein. Das Filtersystem 12 ist zwischen einem Ansaugkanal 14 und dem zum Verdichter 4 führenden Gasführungs kanal 11 angeordnet.

Es ist möglich, ein regenerierbares Filtersystem zu verwenden. Ein solches zeigt schematisch das Filtersystem 12. Zur Regenerierung kann Druckluft, die z. B. aus einem Druckluftherzeuger 15 stammt, der mit dem Filtersystem 12 verbunden ist, verwendet werden, um die abgeschiedenen Partikel zu entfernen. Von der Substanz gebundene Gase können durch Erwärmung des Filtersystems 12 zur Regeneration des Filtersystems 12 freigesetzt werden. Für die Regenerierung sind zusätzliche Einrichtungen wie Sperren des Gasführungs kanals 11 und Freigabe von Öffnungen für den Ausstoß der freigesetzten Partikel und Gase erforderlich. Diese zusätzlichen Einrichtungen sind in Fig. 2 nicht dargestellt.

Die Regenerierung wird zweckmäßigerweise während des Stillstands der Brennstoffzelle 2 ausgeführt. Um spontane Schadstoffausstoßungen aus dem Filtersystem beim Regenerieren zu vermeiden, ist keine selbsttätige Regenerierung vorgesehen. Es ist eine von einem Eingabeelement, z. B. Taster 16, anstoßbare Steuerung 17 vorhanden, die den Ablauf der Regenerierung bestimmt. Die Steuerung 17 wird durch Betätigung des Tasters 16 zur Ingangsetzung und Durchführung der Filter-Regenerierung veranlaßt.

Es ist auch möglich, einen Teil oder das ganze Filtersystem nicht regenerierbar auszubilden und die Teile oder das Filtersystem bei der Wartung auszutauschen.

Durch die Einlagerung von Partikeln steigt die Druckdifferenz über den Filtersystemen 5 und 12 an. Die Druckdifferenz kann mit einem Gerät, z. B. Manometer 18, gemessen und der Meßwert mit einem vorgebbaren Grenzwert verglichen werden, bei dessen Erreichen eine Meldung erzeugt wird, die auf einen Filterwechsel bzw. eine Regenerierung aufmerksam machen soll. Es ist auch möglich, die von einem Adsorbens aufgenommene Menge an Schadgasen zum Zwecke der Wartung zu überprüfen, indem im Gasführungs kanal 11 ein nicht dargestellter Sensor angeordnet wird, der für die Feststellung der zur adsorbierenden Schadstoffe geeignet ist. Wird vom Sensor ein vorgegebbarer Grenzwert für den oder die Schadstoffe festgestellt, dann wird ebenfalls eine Meldung erzeugt. Die Meßwerte des Manometers 18 und des wenigstens einen Schadstoffsensors werden zu einer Auswerteinheit 19 übertragen in der der Vergleich mit den vorgebbaren Grenzwerten erfolgt.

Die Auslösung der Filter-Regenerierung kann nicht nur mechanisch sondern auch durch elektrische oder optische Mittel, insbesondere im Stillstand des Brennstoffzellensystems erfolgen.

Durch die Filterung der Reaktionsgase werden sowohl Partikel als auch Gase, z. B. Streusalz, das auch in der Feuchtigkeit der Luft gelöst und verbreitet wird, zurückgehalten bzw. entfernt. Streusalz wird z. B. im Winter verbreitet und kann ein Bestandteil der angesaugten Luft sein.

Die erfindungsgemäße Filterung der Reaktionsgase vermeidet Störungen des Brennstoffzellensystem durch Schadstoff-

einspeisung in die Brennstoffzelle und erhöht damit die Lebens- bzw. Betriebsdauer der Brennstoffzelle.

Eine Anordnung der oben beschriebenen Art wird vorteilhafterweise in einer mobilen Vorrichtung wie einem Fahrzeug, z. B. einem Kraftfahrzeug, einer Lokomotive oder einem Boot eingesetzt.

DaimlerChrysler AG

Patentansprüche

1. Verfahren zum Reinigen der einer Brennstoffzelle für den Betrieb zuzuführenden Gase von Bestandteilen, die für den Betrieb der Brennstoffzelle ungünstig sind, dadurch gekennzeichnet, dass das oder die Gase über ein Filtersystem geleitet werden, das sowohl zur Abscheidung von Partikeln, als auch von sich schädigend auf den Betrieb der Brennstoffzelle auswirkenden gas- und dampfförmigen Bestandteilen ausgebildet ist, und dass das oder die Gase nach dem Verlassen des Filtersystems der Brennstoffzelle zugeführt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das oder die Gase über ein regenerierfähiges Filtersystem geleitet werden, das auf Kriterien für das Nachlassen der Filterwirkung und die Notwendigkeit einer Regenerierung überwacht wird, bei deren Erreichen eine Meldung erzeugt wird.
3. Anordnung zum Reinigen der einer Brennstoffzelle für den Betrieb zuzuführenden Gase von Bestandteilen, die für den Betrieb der Brennstoffzelle ungünstig sind, dadurch gekennzeichnet, daß an einer Stelle im Gasführungs kanal (11) für die Zuleitung des jeweiligen Gases zur Brennstoffzelle (2) ein Filtersystem (5, 12) angeordnet ist, dass sowohl Partikel als auch gas- oder dampfförmige Be-

standteile, die sich schädigend auf den Betrieb der Brennstoffzelle auswirken, abscheidet.

4. Anordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Filtersystem (5) ein erstes Filter(6) für Partikel aufweist, dem ein zweites Filter (7) mit einer Substanz zur Aufnahme und Bindung von gas- oder dampfförmigen Schadstoffen nachgeschaltet ist.
5. Anordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Filtersystem (12) aus einer Einheit besteht, in der ein Trockenfilter für Partikel und eine Substanz zur Aufnahme und Bindung von gas- oder dampfförmigen Schadstoffen gemeinsam angeordnet sind.
6. Anordnung nach zumindest einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Filtersystem (12) regenerierbar ausgebildet ist und daß die Regenerierung von einem Betätigungselement (16) auslösbar ist.
7. Anordnung nach zumindest einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Filtersystem (5, 12) im Gasführungs kanal (11) vor dem Gaseinlaß eines Verdichters (4) angeordnet ist.
8. Anordnung nach zumindest einem der Ansprüche 3 oder 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Filtersystem aus in Reihe geschalteten Sektionen zusammengesetzt ist, deren Filterfunktion auf die Art der zu filternden Bestandteile im Gas abgestimmt ist.
9. Anordnung nach zumindest einem der Ansprüche 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß eine Einrichtung (18) zur Messung der Druckdifferenz des Filtersystems (12) vorge-

sehen ist, deren Messwerte in eine Auswerteinheit (19) übertragen und mit einem vorgebbaren Grenzwert verglichen werden, bei dessen Erreichen eine Meldung erzeugt wird.

10. Anordnung nach zumindest einem der Ansprüche 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß in Strömungsrichtung des Gases hinter dem Filtersystem wenigstens ein Gassensor für ein Schadgas angeordnet ist, dessen Meßwerte in eine Auswerteinheit übertragen und mit einem vorgebbaren Grenzwert verglichen werden, bei dessen Erreichen eine Meldung erzeugt wird.
11. Anordnung nach zumindest einem der Ansprüche 3 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß ein der Brennstoffzelle zugeführtes Gas Luft ist, dessen Sauerstoffanteil in der Brennstoffzelle (2) mit einem Brenngas reagiert.
12. Anordnung nach zumindest einem der Ansprüche 3 bis 11, gekennzeichnet durch die Anbringung in einer mobilen Einrichtung.

DaimlerChrysler AG

Zusammenfassung

Gegenstand der Erfindung sind ein Verfahren und eine Anordnung zur Reinigung von Gasen, die einer Brennstoffzelle (2) zum Betrieb zugeführt werden. Im Zuleitungskanal des jeweiligen Gases ist ein Filtersystem (5) angeordnet, das für die Abscheidung von Partikeln und Schadgasen ausgebildet ist (Fig. 1).

1/1

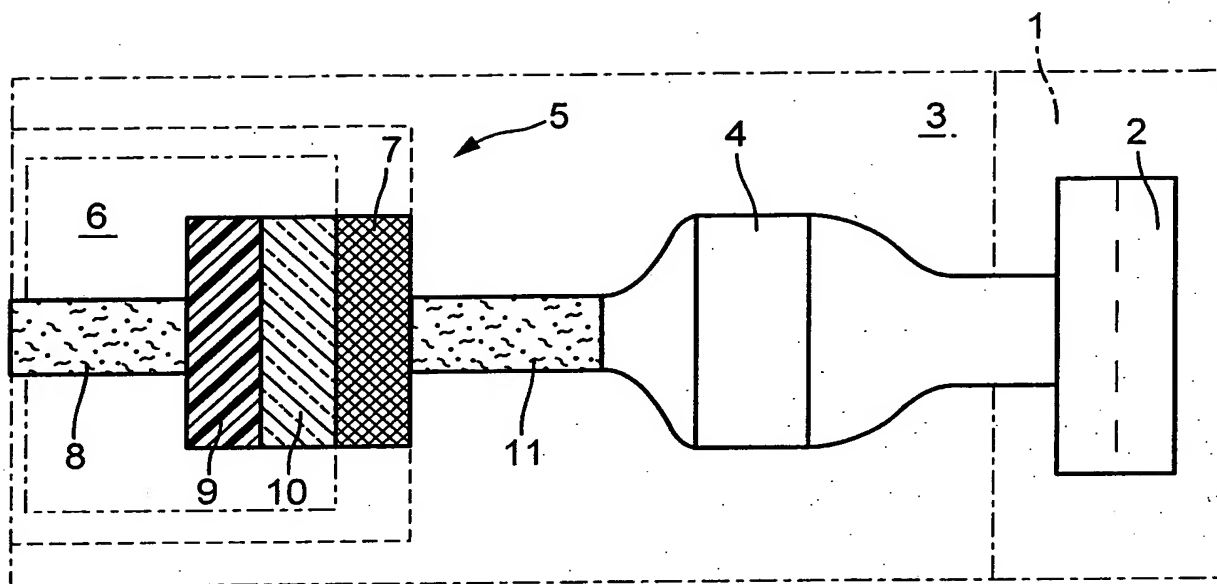


Fig. 1

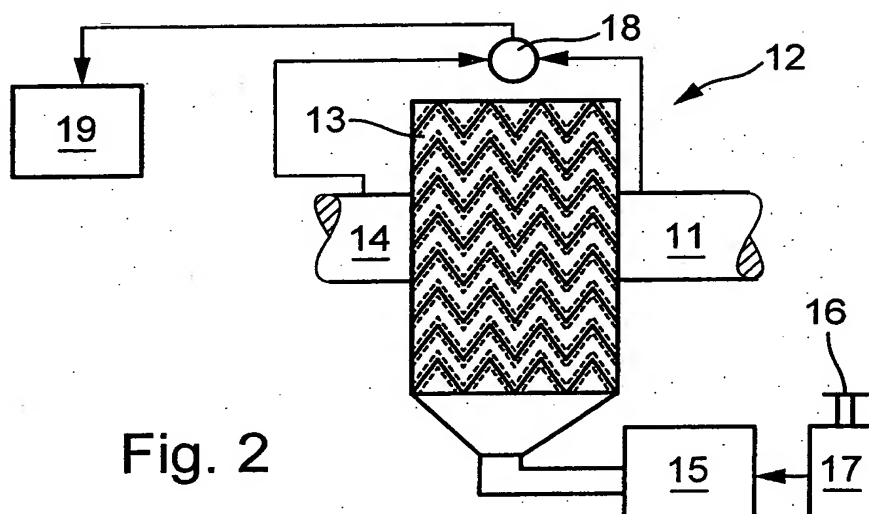


Fig. 2